

# 無信号交差点の出入りによる 幹線道路の旅行速度低下の実態把握

青山恵里・茂田健吾・西岡健太・田中良寛・横地和彦

## 1. はじめに

我が国の道路ネットワークにおいて、一般道路では長距離トリップは移動機能を重視した旅行速度の高い道路を利用し、短距離トリップは沿道出入機能を重視した道路を利用するといった、トリップ長に応じた適切な道路の利用が実現できておらず、一般道路における旅行速度が道路種別に関係なく低水準に留まっている。これにより、高速道路における旅行速度との差のもとで中間的な旅行速度を確保する道路が少ない。今後は道路利用の特性に見合った適切な旅行速度を確保できるような道路の階層化が求められる。

一般道路の旅行速度には信号/無信号交差点の間隔や沿道施設からの出入り、中央帯の有無等が影響することが明らかになっている。本研究では、幹線道路に接続する無信号交差点において、出入り車両による主道路の速度低下の実態とそれにより生じる遅れ時間を把握し、旅行速度への影響を検討する。これにより、適切な道路ネットワークの階層化に求められる道路構造要件に関する知見と、交通実態を反映した道路の設計手法の構築に資する知見を得るものである。

## 2. 既存文献の整理と本研究の位置づけ

無信号交差点や沿道施設からの出入りに着目すると、旅行速度と沿道施設における出入りの関係をミクロシミュレータにより検討している研究<sup>1)</sup>や、沿道施設への入庫のしやすさに着目した研究<sup>2)</sup>等がある。また、米国の Highway Capacity Manual 6th Edition<sup>3)</sup>では、無信号交差点での本線からの流出車両による本線車両の遅れ時間を示しているが、本線への流入車両によって生じる遅れについては言及されていない。このように、無信号交差点における「流入車両」に起因する遅れ時間や旅行速度の変化の実態を明らかにした知見

は少なく、主道路の直進交通には従道路から流入する車両に起因する遅れ時間は発生しないとされ、これに関する検討は少ない。しかし、実際には従道路から流入する車両が短い車間に流入することで主道路の速度低下が生じ、遅れ時間が発生していることが考えられるため、本研究では主道路から従道路に流出する車両に起因するものだけでなく、従道路から主道路に流入する車両による影響についても把握する。なお、本研究では、図-1に示す①主道路（幹線道路）から従道路へ流出する車両によるもの、②従道路から主道路に流入する車両によるものを対象としており、主道路から従道路へ流出する車両を「流出車両」、従道路から主道路へ流入する車両を「流入車両」としている。また、ここで想定する道路構造は中央帯が設置されている片側2車線以上の道路で、接続する無信号交差点では主道路からの右折流出、従道路からの直進および右折流入といった現象は対象外とする。

## 3. 調査・分析概要

### 3.1 調査概要

流出入車両による主道路に生じる遅れの実態を把握するために図-2に示すように、主道路上に、無信号交差点の流出入部付近と無信号交差点の上流側・下流側それぞれ100～200m程度に観測断面を設け、その断面が映るようビデオカメラを設置した。また、無信号交差点の流出入の様子もビ

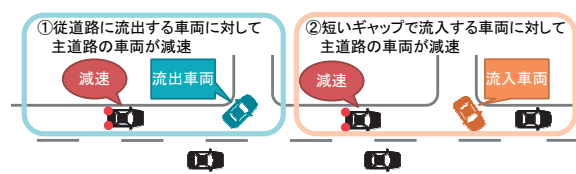


図-1 対象とする現象

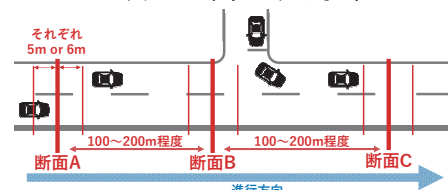


図-2 観測断面

デオカメラで併せて捉えられるようにした。ビデオカメラは大型車・小型車の別が判断できるように映像を捉えている。なお、観測にあたり、無信号交差点で流出入する交通に影響する歩行者や自転車についてもビデオカメラの画角に映るよう設定しており、歩行者や自転車の通行によって自動車交通流に影響があると判断された場合は今回は分析から除外している。

### 3.2 調査地点

調査は表-1に示す国道17号に接続する無信号交差点4地点において各地点8時間観測を実施した。いずれの地点も片側2車線で無信号交差点の上流側および下流側の直近に信号交差点はない。

### 3.3 分析項目

本研究では、無信号交差点において流出入車両が発生した際に、断面Bから断面Aより10m上流までの間にいた流出入車両の後続車両を、主道路において無信号交差点の出入りによる影響を受けた車両として定義し、これに当てはまる車両に対して速度を算出した。速度はビデオカメラの観測映像より、断面の前後それぞれ5mもしくは6mの位置に速度読み取り線を設け、その通過時間差から各断面の通過速度を算出した。また、速度を算出する上記の条件を満たし、かつ、断面Aおよび断面Cと比べて断面Bの速度が低下している車両を遅れ時間が発生した車両と定義し、遅れ時間を算出した。表-1に流出および流入車両それぞれに対する速度と遅れ時間のサンプル数を示している。

分析対象車両は主道路を走行する車両については今回は小型車に限定し、大型車は分析対象外としている。流出入車両については、サンプル数の確保のために大型車も含めている。また、下記の条件にあてはまるものは除外した。

- ・断面Bで従道路の流出入車両が原因で主道路に滞留が発生した場合を除き、断面A、B、Cのいずれかで滞留が発生した場合
- ・断面Aから断面Cを通過する途中の右左折により連続して通過していない車両
- ・その他特異事象や不適切な走行があった場合

表-1 調査地点の概要とサンプル数

| 地点<br>No. | 所在地        | 方向 | 調査日          | 断面間<br>距離(m) |     | サンプル数      |            |
|-----------|------------|----|--------------|--------------|-----|------------|------------|
|           |            |    |              | A-B          | B-C | 流出車両<br>速度 | 流入車両<br>速度 |
| 1         | 埼玉県鴻巣市箕田   | 上り | 2021年8月5日(木) | 120          | 90  | 40         | 0          |
| 2         | 埼玉県行田市野    | 下り | 2021年8月5日(木) | 90           | 180 | 13         | 5          |
| 3         | 群馬県伊勢崎市三和町 | 下り | 2021年8月3日(火) | 120          | 170 | 6          | 9          |
| 4         | 群馬県渋川市中村   | 上り | 2021年8月2日(月) | 138          | 96  | 16         | 1          |

また、無信号交差点の流出入部から後続車両の距離との関係を見るために、流出入した瞬間（流出：流出車両の左前輪が従道路に入った瞬間、流入：流入車両の右前輪が本線に入った瞬間）に、無信号交差点の中心位置から主道路を走行する後続車両の車頭までの距離を10m間隔で取得した。

## 4. 無信号交差点出入りによる速度低下実態

主道路において流出車両が左折のために速度を低下させ、後続車両の速度が低下することは自明である。一方で、従道路からの流入車両は本線車両の走行を妨げないように流入すべきであるが、流入してきた車両に対し、主道路を走行する車両が適切な車間距離を確保するために速度を低下させている可能性がある。そのため本章では、観測データより流出および流入車両による速度低下の実態を明らかにする。

無信号交差点において流出入車両の主道路における後続車両について、断面A、断面B、断面Cにおける速度を取得し、その速度変化を地点3を例に図-3に示す。「流出」は流出車両の後続車の速度、「流入」は前方で流入車両があった主道路の車両の速度を示す。「流出」についてはほとんどのサンプルにおいて流出入部直近の断面Bにおいて速度の低下が見られる。「流入」においても、速度の低下が生じているものも確認できる。他の地点においても流入車両のサンプルが少ないものの、同様に速度の低下の実態がみられた。

次に、流出入車両と主道路における後続車両との位置関係と断面Bの速度の関係を、地点3を例に図-4に示す。これより、流出入車両からの位置が近いほど、断面Bにおける速度が低くなる傾向にあることがわかる。これには流出と流入の間に違いは見られない。

これらのことから、流出だけでなく、流入車両

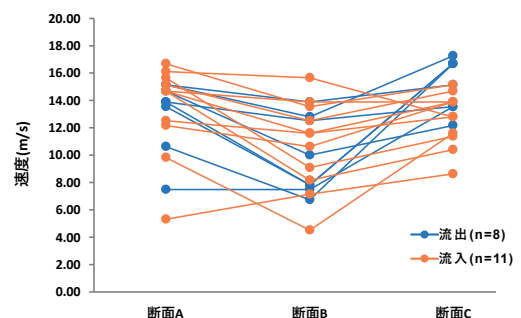


図-3 無信号交差点の出入りによる速度変化（地点3）

によっても主道路側の車両にも遅れが生じ、速度低下の度合いは流出入車両と後続車両との距離に相関がある可能性が示唆される。

## 5. 無信号交差点における遅れ時間

日本だけでなく諸外国においても、従道路から主道路へ流入する車両は主道路車両の走行を妨げてはならないため、無信号交差点の遅れ時間の推定式は、従道路からの流入車両による主道路側の走行車両の遅れ時間が発生することは想定していない。しかし、前章において、流入車両によっても主道路走行車両の速度が低下するケースがあることが明らかとなり、遅れ時間が発生している可能性が示唆されたため、主道路からの流出と、従道路からの流入それぞれのケースにおける主道路の遅れ時間を算出する。

### 5.1 遅れ時間の算出方法

まず、各地点において、断面Aから断面Cを通過するまでに無信号交差点における出入りがなく、また、それ以外に速度を低下させるような事象が起きていない車両の断面A、B、Cにおける速度を取得し、それを平均したものを自由流速度とし、この自由流速度と断面Aから断面Cまでの距離から自由流旅行時間を求める。それに対し、断面Aから断面Bを通過する間に前方に無信号交差点の流出入車両が生じた車両の中で、断面Aおよび断面Cと比べて断面Bの速度が低下している車両を対象に、断面Aから断面Cまでの通過時間差を算出する。これを実旅行時間とし、自由流旅行時間との差分を遅れ時間とした。

### 5.2 遅れ時間の算出結果

図-5に地点3における遅れ時間の分布を箱ひげ図を用いて示している。箱の上底、中央、下底はそれぞれ75、50、25パーセンタイル値を、×印は平均値を示しており、ひげの両端は最大値と最小値である。今回の観測結果では流出および

流入のどちらにおいても遅れ時間が発生していることが確認できる。一方で、地点によって遅れ時間の大きさはばらついている傾向にあった。そこで、遅れ時間に複合的に影響を与える各種影響要因やその影響度を検討するために、遅れ時間を目的変数として重回帰分析を行う。説明変数には「自由流速度(m/s)」、「無信号交差点出入り時の本線車両の位置(m)」、「本線交通量(pcu/10分・車線)」、「流出・流入ダミー」を選定し、変数増減法により選択した。

その結果を表-2に示す。自由度調整済決定係数は0.138となった。決定係数が1に近づく程、当てはまりが良いモデルとされるため、今回の結果は当てはまりが良いとは言えない結果となったが、最も影響が強いといえるのは、「無信号交差点出入り時の本線車両の位置」である。偏回帰係数および標準偏回帰係数が負であることから、無信号交差点出入りから本線を走行する後続車両との距離が小さくなるほど遅れ時間は大きくなる傾向にあることがわかる。また、「本線交通量」も影響が強く、「本線交通量」が増えると遅れ時間が大きくなる傾向にあることがわかる。今回の分析では流出入車両の直後の車両のみを分析対象としているものの、さらにその後ろの車両も影響を受けている可能性がある。特に本線交通量が多い地点においてはより多くの車両が遅れを被り、旅行速度の低下につながることを予想される。しかしながら、今回の分析ではサンプル数が限られているため、今後サンプル数を増やすとともに、遅れ時

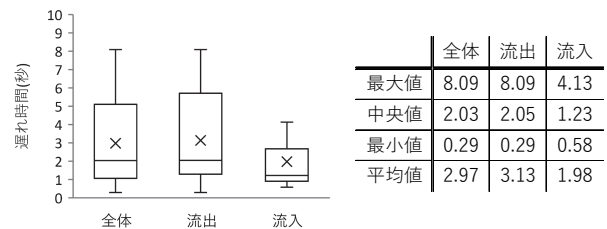


図-5 遅れ時間の分布 (地点2)

表-2 重回帰分析結果 (遅れ時間)

| 変数名               | 偏回帰係数   | 標準偏回帰係数 | t値       |
|-------------------|---------|---------|----------|
| 自由流速度(m/s)        | 0.983   | 0.238   | 1.708    |
| 出入時の本線車両の位置(m)    | -0.061  | -0.456  | -2.489 * |
| 本線交通量(pcu/10分・車線) | 0.047   | 0.425   | 2.190 *  |
| 定数項(秒)            | -12.452 |         | -1.473   |
| 自由度調整済決定係数        | 0.138   |         |          |
| サンプル数             | 56      |         |          |

\*: P<0.05

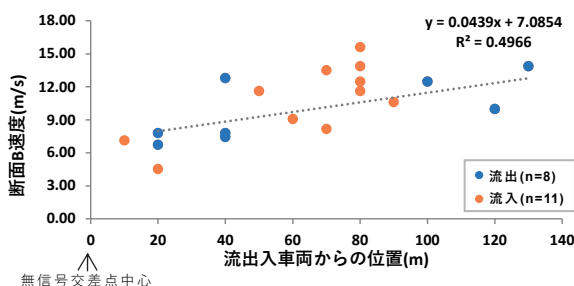


図-4 流出入車両からの位置と速度の関係 (地点3)

間に与える他の影響要因についても整理したうえで、旅行速度の低下要因として検討する必要がある。

## 6. まとめと今後の展望

旅行速度と沿道出入機能の関係を明らかにすることが重要だと考え、本研究では幹線道路に接続する無信号交差点に着目し、従道路に流出する車両に起因する主道路の速度低下だけでなく、従道路から流入する車両による主道路の速度低下の実態およびそれにより生じる遅れ時間を把握し、本線の旅行速度への影響の可能性を検討した。その結果、流出だけでなく流入車両によっても主道路を走行する車両の速度が低下している実態が見られた。また、それにより遅れ時間が発生していることが明らかとなり、旅行速度の低下が生じている可能性を示した。無信号交差点における遅れ時間に影響を与える要因についても検討したが、今回の分析データだけでは明確な要因の特定には至らなかった。そのため、サンプル数の拡充や、本線および流入車両に大型車を考慮に加えた場合、歩行者や自転車等の通行があった場合の検討、加えて、後続車両の更に後続の車両への影響も検討する必要があると考える。

また今後は、交通シミュレーションを用いて無信号交差点出入り箇所数や出入り交通量、本線交通量等と旅行速度の関係に関する検討や、信号交差点も含めた本線旅行速度の低下要因の検討を行う予定である。さらにネットワークを対象として、無信号交差点や沿道施設からの出入りによる影響を最小限にするためのアクセスコントロールの検討等を行うことにより、目標旅行速度を達成するための道路構造要件として信号交差点と無信号交差点の設置間隔の目安等を示すことを目指している。

交通工学会の研究<sup>4)</sup>においても、道路ネットワーク計画において、拠点間の目標旅行時間やこれらを連絡する道路階層の目標旅行速度（交通サービスの質）を保証する性能照査という仕組みを取り入れることが提案されるなど、我が国の道路ネットワーク整備が進められている今、道路ネットワークが発揮すべきサービス水準が注目されている。国土技術政策総合研究所においても本分野の研究をさらに進めて参りたい。

## 参考文献

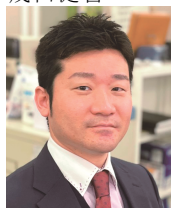
- 1) 斉藤裕子、中村英樹、内海泰輔、馬淵太樹：ランドアクセスからみた道路のサービス水準の定量化に関する研究、土木計画学研究・講演集、Vol.34、論文番号260、2006
- 2) 早河辰郎、中村英樹：幹線街路における沿道アクセス機能に応じた旅行速度性能曲線の定式化、土木計画学研究・講演集、Vol.39、論文番号76、2009
- 3) Transportation Research Board: Highway Capacity Manual 6th edition, 2016
- 4) 一般社団法人 交通工学会：機能階層型道路ネットワーク計画のためのガイドライン(案)、<http://www.jste.or.jp/Activity/h27-29.pdf>、2018

青山恵里



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室 研究官、博士（工学）  
Dr. AOYAMA Eri

茂田健吾



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室 交流研究員  
SHIGETA Kengo

西岡健太



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室 交流研究員  
NISHIOKA Kenta

田中良寛



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室 主任研究官  
TANAKA Yoshihiro

横地和彦



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部 道路研究室長  
YOKOCHI Kazuhiko